Bureau canadien
de la securite aerienne

Canadian Aviation
Safety Board

Arrow Air Inc.
Douglas DC-8-63 N950JW
Aéroport international de Gander
(Terre-Neuve)

12 décembre 1985

Rapport numéro 85-H50902

Position divergente

exprimée par N. Bobbitt
L. Filotas
D. Mussallem
R. Stevenson

Canada

89-01993/

ARROW AIR INC.
DOUGLAS DC-8-63 N950JW
AÉROPORT INTERNATIONAL DE GANDER
TERRE-NEUVE

12 DÉCEMBRE 1985

RAPPORT NUMÉRO 85-H50902

POSITION DIVERGENTE

exprimée par N. Bobbitt
L. Filotas
D. Mussallem
R. Stevenson

This document is also available in English.

14 novembre 1988

Table des matières

1.0	**Introduction/Sommaire**	**1**
2.0	**Équipage compétent et alerte**	**1**
3.0	**Aucune contamination des ailes par la glace**	**2**
3.1	Pas de givrage des surfaces	2
3.2	L'avion n'a pas décroché	3
3.3	Les performances ne correspondent pas à un givrage des ailes	4
4.0	**Pannes de systèmes avant l'impact**	**5**
4.1	Perte de puissance avant l'écrasement	5
4.2	Les inverseurs de poussée peuvent avoir été déployés	7
4.3	Pannes multiples	8
5.0	**Incendie ou explosion en vol**	**9**
5.1	Des témoins ont vu un incendie	9
5.2	Remise en question des conclusions médicales	10
5.3	Des circonstances troublantes	11
5.4	Analyse incomplète de l'épave	13
6.0	**Conclusions**	**17**
6.1	Faits établis	17
6.2	Causes	17

Figures

Figure PD 1	Vue que les avitailleurs ont du bord d'attaque d'une aile de DC-8	18
Figure PD 2	Inverseur de poussée numéro un - côté extérieur	18
Figure PD 3	Inverseur de poussée numéro un - côté intérieur	19
Figure PD 4	Section de fuselage endommagée par l'incendie	19
Figure PD 5	Issue de secours présentant des traces de suie en périphérie	20
Figure PD 6	Face extérieure d'une porte	20
Figure PD 7	Face intérieure d'une porte	21
Figure PD 8	Face extérieure d'une section de fuselage	21
Figure PD 9	Face intérieure d'une section de fuselage	22
Figure PD 10	Trou dû à une explosion - panneau de fuselage	22
Figure PD 11	Trou apparemment dû à une explosion	23
Figure PD 12	Vue de l'intérieur montrant des dommages très importants	23
Figure PD 13	Rupture pouvant être due à une explosion	24

1.0 Introduction/Sommaire

Selon nous, les ailes du DC-8 de Arrow Air n'étaient pas contaminées par la glace, du moins pas suffisamment pour avoir pu contribuer à cet accident. Les performances de l'avion et la trajectoire qu'il a suivie diffèrent de façon marquée de ce qui aurait pu raisonnablement découler d'une contamination par la glace. L'avion n'a pas décroché. En conséquence, nous ne pouvons être d'accord et nous nous prononçons même en complet désaccord avec les conclusions du rapport majoritaire.

Les éléments de preuve disponibles montrent de façon évidente que le moteur extérieur droit fournissait peu de puissance avant qu'il ne heurte les arbres. L'analyse des autres réacteurs n'a permis de tirer aucune conclusion quant à leur état avant l'impact. Nous croyons également possible que ces réacteurs aient pu fonctionner à puissance réduite. Enfin, les quatre inverseurs de poussée peuvent avoir été déployés.

Certains indices prouvent que le DC-8 de Arrow Air a subi un feu à bord et une importante perte de puissance avant l'écrasement. Cependant, nous n'avons pu établir de liens directs entre l'incendie et la perte de puissance. Le feu peut avoir été occasionné par la détonation en vol d'un engin explosif ou incendiaire. Les dommages subséquents causés aux différents systèmes ont provoqué l'écrasement.

2.0 Équipage compétent et alerte

Des collègues des trois membres d'équipage de conduite ont unanimement déclaré que ces derniers faisaient preuve d'un souci du détail et d'une efficacité supérieurs à la moyenne.

En novembre, avant un mois de décembre très chargé pour eux, les trois membres d'équipage avaient relativement peu volé (le commandant de bord, le premier officier et le mécanicien navigant avaient respectivement passé 22, 15 et 22 journées au sol). À leur arrivée à Gander, l'équipage venait de terminer un vol de six heures et 18 minutes entrepris après une escale de 17 heures.

Une partie du personnel à l'aéroport international de Gander, dont l'agent d'opérations, a déclaré que les membres d'équipage étaient de bonne humeur et alertes, et qu'ils ont rempli leurs fonctions normalement. Cette constatation fut d'ailleurs confirmée par l'agent d'opérations de Arrow Air à Miami qui a parlé avec le commandant de bord par téléphone. Enfin, les communications avec le contrôle de la circulation aérienne, qui ont été enregistrées, sont indicatives d'un comportement professionnel normal et vigilant de l'équipage.

Celui-ci a calculé la masse au décollage conformément aux procédures acceptées. Dans leurs témoignages, d'autres pilotes de Arrow Air ont déclaré que si les conditions le leur permettaient, ils augmentaient la marge de sécurité en utilisant des vitesses de référence au décollage correspondant à une masse légèrement plus élevée que la masse calculée.

Nous ne sommes pas d'accord avec la théorie voulant que l'équipage ait utilisé des vitesses de référence au décollage correspondant à une masse nettement inférieure à la masse réelle. Selon nous, la position des deux curseurs externes, relevée après l'écrasement sur l'anémomètre du premier officier, n'est absolument pas indicative de ce qu'ont pu être les vitesses de référence. Nous estimons par contre que le curseur interne, réglé par molette, de l'anémomètre du comman-

dant de bord, qui a été "consumé" dans l'incendie, correspond effectivement à la vitesse que l'équipage voulait atteindre en fonction de la masse calculée. Notre point de vue se trouve conforté par le bracage du stabilisateur horizontal qui correspond à la masse de calcul.

Nous n'avons rien trouvé qui puisse étayer l'hypothèse selon laquelle la prestation de l'équipage a pu être diminuée par la fatigue. En l'absence de signes indicatifs d'un comportement anormal et au vu des témoignages éloquents sur la compétence professionnelle de l'équipage, force nous est de conclure qu'aucune action ou absence d'action de l'un ou l'autre des membres d'équipage a pu contribuer à l'accident.

3.0 Aucune contamination des ailes par la glace

3.1 Pas de givrage des surfaces

À propos de la contamination des ailes, les conclusions du rapport majoritaire sont fondées sur des hypothèses d'ordre théorique. Nous avons réfuté cette possibilité en détail dans notre document intitulé *Critique of the Ice Contamination Hypothesis* (soumis au bureau dans la version numéro 1 du rapport provisoire, en mai 1988).

Dans le rapport majoritaire, il n'est fait mention d'aucune preuve physique établissant la présence de glace sur la voilure du DC-8 de Arrow Air. La seule et unique preuve de givrage tient à la déclaration d'un avitailleur, qui s'était entretenu avec le mécanicien navigant dans le poste juste avant le départ, et qui avait repéré une faible quantité de glace sur une partie non chauffée du pare-brise. Voici d'ailleurs une traduction libre de sa déclaration:

> "J'ai remarqué une certaine accumulation de glace sur le pourtour de la fenêtre du poste et je lui (le mécanicien navigant) ai demandé s'ils avaient eu beaucoup de givrage pendant la descente. Il m'a répondu que ça n'avait pas été trop mal et m'a montré la très faible accumulation sur le bord de la fenêtre."

Selon nous, la remarque du mécanicien navigant prouve que l'équipage a surveillé le givrage pendant l'approche, qu'il a utilisé comme il se devait le système de dégivrage de la cellule et que le mécanicien navigant a déterminé, au cours de son inspection pré-vol, que la voilure était exempte de glace.

Un Boeing 737, qui a décollé de Gander peu après l'accident, s'est posé à St. John's (T.-N.) dans l'heure qui a suivi. Cet appareil, qui a dû descendre dans la même couche nuageuse que le DC-8 de Arrow Air en approche à Gander, n'a pas été dégivré à St. John's. Enfin, le Boeing 737 qui s'est posé à Gander peu après l'accident n'a pas rencontré de conditions givrantes pendant sa descente.

Le commandant de bord du DC-8 de Arrow Air, instructeur et pilote testeur, était reconnu de tous pour son professionnalisme et sa minutie. Un de ses proches collègues qui lui était proche a témoigné que le commandant était parfaitement au courant des effets de la contamination des ailes par la glace et qu'il s'en inquiétait puisqu'il en avait notamment parlé au cours d'une discussion à propos de l'accident de Air Florida, survenu en 1982 à Washington.

Le *Human Factors Group Factual Report* conclut que le mécanicien navigant était "extrêmement consciencieux et minutieux dans ses tâches professionnelles" et que "son respect des normes avait été remarqué par plusieurs".

Au vu des qualités professionnelles évidentes de l'équipage, nous nous devons de conclure que le commandant de bord a effectivement vérifié les ailes au moment où il est descendu de l'appareil et que le mécanicien navigant a effectué une inspection extérieure poussée. Ainsi, s'il y avait eu une quelconque accumulation de glace sur le bord d'attaque, l'équipage l'aurait détectée et aurait fait dégivrer son appareil.

Deux avitailleurs, qui ont forcément vu le bord d'attaque de l'aile au moment où ils ont branché le tuyau de carburant dans les panneaux d'avitaillement (voir la figure PD 1), ont témoigné qu'ils n'avaient pas vu de glace. Si le dégivrage avait été requis, il aurait pu être assuré moyennant un coût d'utilisation. Aucun des quatre membres de l'équipe de piste qui aurait effectué le travail n'a remarqué de glace sur les surfaces de l'appareil. Plus tôt le même matin, un de ces employés avait recommandé le dégivrage au commandant d'un avion qui était demeuré stationné à l'aéroport pendant quelque temps. Ce témoin a déclaré que le DC-8 de Arrow Air n'avait pas besoin d'être dégivré car ses surfaces étaient exemptes de glace.

Ce dernier témoignage et les constatations météorologiques détaillées (soumises lors de l'enquête publique du Bureau et analysées dans notre document de position mentionné plus tôt), établissent que les ailes du DC-8 de Arrow Air n'ont pu être contaminées par la glace pendant la course au décollage à Gander, le 12 décembre 1985.

3.2 L'avion n'a pas décroché

Dans le rapport majoritaire, la conclusion du décrochage repose essentiellement sur les interprétations des traces de cap, d'accélération verticale et d'altitude de l'enregistreur de données de vol. En outre, l'assiette de l'avion au moment de son premier contact est avancée pour confirmer cette hypothèse. Dans notre document *Critique of the Ice Contamination Hypothesis*, nous explicitons la raison pour laquelle ces deux types de preuve ne sont pas probantes.

Ainsi, nous avons par exemple remarqué que la modification de cap correspondait beaucoup plus à un virage doux qu'à une embardée au décrochage. Nous avons également soutenu que la trace d'accélération verticale "inférieure à la norme" (débattue mais non produite dans le rapport majoritaire) ni ne confirme ni n'infirme l'éventualité d'un décrochage.

Toujours dans le rapport majoritaire, on estime que les fluctuations apparaissant vers l'extrémité de la trace d'altitude sont une indication du tremblement annonçant le décollage. Dans notre document, nous faisons remarquer que des fluctuations analogues relevées sur la trace du décollage précédent disparaissent une fois que l'appareil a atteint 100 pieds-sol. Les analyses subséquentes conduites par plusieurs consultants ont permis de constater ce qui suit: "une étude des marques laissées par le stylet d'altitude au décollage, au cours des 20 vols précédant l'accident (...) donne à penser que ces fluctuations sont beaucoup plus caractéristiques de vols de longue durée, effectués à des masses au décollage supérieures". Autrement dit, les fluctuations constatées sur la trace d'altitude, au voisinage de l'arraché, sont dues à l'installation et non au comportement de l'avion lors de son dernier vol.

Dans le rapport majoritaire, on cite l'importance de l'angle d'attaque au premier contact (évalué grâce à la maquette "zone boisée - avion") comme preuve à l'appui de la théorie du décrochage. Notre document avance deux raisons de douter de cette interprétation, soit une erreur d'évaluation possible d'environ six degrés et la réduction de l'angle d'attaque apparent, à cause de la vitesse de variation de l'assiette. Le bracage complet de la profondeur en position de cabrage, au moment de l'impact, peut indiquer que les pilotes ont tiré sur le manche dans une dernière tentative désespérée en vue de casser la vitesse et de retarder l'écrasement.

Nous faisons également remarquer que l'effet de sol ne peut avoir eu d'influence marquée sur l'apparition du décrochage. Notre position se démontre d'elle-même lorsqu'on modifie le code informatique utilisé dans les calculs de performances dont fait mention le rapport majoritaire. Un retraitement des cas d'essais, en ne tenant pas compte cette fois de l'effet de sol, donne lieu à de très légères différences (typiquement: réduction de l'altitude maximale de 15 pieds environ et de la distance franchie d'environ 350 pieds) sans modifier les conditions présumées de décrochage.

On peut par contre conclure que l'avion *n'a pas* décroché à partir des déclarations de nombreux témoins qui ont fait état de l'assiette de palier qu'affichait l'avion au moment de son survol de la route transcanadienne ("le départ était normal... mais la mise en palier, elle, était anormale"; "l'avion semblait avoir une assiette de palier quand il a survolé la route transcanadienne"; "l'avion était en palier. Il n'était ni en piqué ni en cabré. Il était en palier"; "il avait l'air de voler à l'horizontale, avec un angle de cabré de deux ou trois degrés"; "le nez n'était pas pointé vers le haut"; "l'avion était relativement en palier... en fait, il était en palier."

La conclusion s'impose: le DC-8 de Arrow Air n'a pas décroché avant de s'écraser.

3.3 Les performances ne correspondent pas à un givrage des ailes

Notre document *Critique of the Ice Contamination Hypothesis* fait également état d'une mauvaise interprétation des calculs de performances signalées dans le rapport majoritaire.

Les modèles informatiques (et les modifications au simulateur de vol) ont permis d'extrapoler les valeurs de portance et de traînée au-delà des limites normales des données expérimentales. Le très net redressement de la courbe de traînée qui en a résulté a donné lieu à une forte augmentation de la traînée pour une augmentation modeste de l'angle d'attaque. Ainsi, d'après les calculs, il semblerait qu'une "rugosité équivalente" de très faible valeur suffise à contrecarrer l'effet des quatre réacteurs à la puissance de décollage.

Même si nous devions retenir les effets supposés de la glace sur la portance et la traînée, nous devrions tout de même réfuter les résultats du modèle informatique, car ce dernier repose sur des hypothèses irréalistes pour ce qui est des réactions de l'équipage. Afin que les trajectoires de calcul débouchent sur un "écrasement" à la distance correspondant à la réalité ou à peu près, il a été nécessaire de supposer que, face à une diminution marquée de la vitesse et à l'apparition d'un taux de descente, l'équipage aurait tiré sur le manche et aurait maintenu l'appareil à un angle d'attaque de 18 degrés. À cet angle, le tremblement aérodynamique n'aurait pas manqué d'inciter les pilotes à rendre la main, qu'il y ait eu ou non de la glace sur les ailes et que l'avertisseur de décrochage ait ou non retenti. Quoi qu'il en soit, les assiettes longitudinales correspondantes d'environ 10 degrés contredisent les observations du contrôleur tour ("le départ était normal... mais la mise en palier, elle, était anormale") et d'un certain nombre de témoins ("l'avion semblait avoir une assiette de palier..."; "l'avion était en palier. Il n'était ni en piqué ni en cabré"; "il avait l'air de voler à l'horizontale, avec un angle de cabré de deux ou trois degrés", etc.).

Les calculs cités dans le rapport majoritaire ne tiennent compte ni du virage ni de la glissade qui, selon nous, sont des caractéristiques essentielles de la trajectoire du vol en question. Le décrochage supposé dans les calculs devraient, pour le moins, coïncider avec l'amorce du virage. Les cas d'étude dont l'objet était d'essayer de dériver la distance franchie et le gain d'altitude réalisé, ne font pas ressortir une telle coïncidence.

Dans notre document, nous faisons remarquer que l'enregistreur de données de vol indique une décélération, presque à la fin du vol, d'une valeur correspondant à l'apparition d'une traînée sur

un avion évoluant en conditions normales (c'est-à-dire en conditions non givrantes), tous moteurs coupés. Le programme informatique cité dans le rapport majoritaire peut être utilisé non seulement pour confirmer cette hypothèse, mais également pour trouver une meilleure explication aux caractéristiques connues du vol en cause, en supposant une perte de puissance réacteurs peu après l'arraché.

L'hypothèse la plus naturelle et qui se prête le mieux aux résultats du calcul des performances constatées est une perte de puissance des quatre moteurs, suivie par la réaction normale de l'équipage aux commandes qui a poussé sur le manche pour essayer de maintenir sa vitesse. Le virage à droite, quant à lui, peut correspondre à l'effet d'une perte de puissance plus marquée du même côté. Il peut aussi être indicatif de difficultés supplémentaires dans la maîtrise de l'appareil.

4.0 Pannes de systèmes avant l'impact

4.1 Perte de puissance avant l'écrasement

Il ne fait aucun doute que les quatre réacteurs tournaient avant l'écrasement, et que le moteur extérieur droit (moteur numéro quatre) tournait à un régime inférieur à celui des quatre autres. Toutefois, l'air qui traverse un réacteur entraîne la rotation de ses pièces mobiles, même après un arrêt en vol, de sorte que la confirmation d'une certaine rotation ne prouve pas que le moteur ait fourni de la puissance.

Dans le rapport majoritaire, il n'a pas été possible de déterminer si le faible régime du réacteur numéro quatre était le résultat d'une "perte de puissance en vol" ou de "l'ingestion de fragments d'arbres avant l'impact au sol". Nous sommes d'avis que les indices recueillis permettent de conclure que le réacteur numéro quatre fonctionnait à faible puissance avant le contact avec les arbres.

La maquette "zone boisée - avion" montre qu'au moment où la queue a heurté le premier arbre, le fuselage accusait une assiette de cabré d'environ neuf degrés et qu'il avait pivoté à droite d'environ 10 degrés. À cet angle de cabrage, les réacteurs n'auraient pu ingérer de "fragments d'arbres" que dans le faible laps de temps durant lequel l'avion s'est enfoncé dans les arbres, ce qui a pris moins d'une seconde.

La maquette "zone boisée - avion" montre également qu'au moment du premier contact avec les arbres, l'avion était incliné à droite d'environ sept degrés. Comme les ailes accusent un dièdre de 6,5 degrés (et que les extrémités d'ailes sont inclinées de sept degrés vers le haut par rapport à l'emplanture), les deux réacteurs droits (numéro 3 et numéro 4) ont heurté le faîte des arbres presque au même instant. Il s'en suit que "l'ingestion de fragments d'arbres avant l'impact au sol" ne peut expliquer les énormes différences constatées dans les dégâts occasionnés à ces réacteurs.

Les maigres conifères et les petits arbres à feuilles caduques qui poussent dans la zone d'accident n'ont pas pu endommager lourdement le réacteur numéro quatre pendant cette brève période. C'est du moins ce que nous révèle l'aubage directeur d'entrée qui constitue le premier obstacle à la pénétration de tout corps étranger dans un réacteur. Dix-sept des 23 aubes directrices d'entrée du réacteur numéro quatre étaient disponibles pour inspection. Le bord d'attaque de ces aubes d'entrée était "généralement en bon état", et ne présentait aucun dommage apparent occasionné par des arbres ou par d'autres corps étrangers.

La partie inférieure du carter moteur numéro quatre était écrasée à l'avant et à l'arrière. Les ailettes fracturées des deux premiers étages compresseur (basse pression) indiquent que l'arbre basse pression tournait encore au moment où la partie avant a été écrasée, soit que le réacteur tournait en moulinet, soit qu'il fournissait, à cet instant précis, une certaine puissance dont la valeur n'est pas connue. Les étages turbine, fixés au même arbre que les étages compresseur, ont été endommagés, car la partie arrière du carter a été écrasée dans l'instant qui a suivi. Ces étages turbines présentaient relativement peu de dommages associés à un mouvement rotatif. En fait, on n'a constaté aucun dommage caractéristique d'un mouvement rotatif sur le dernier étage turbine, ce qui signifie qu'au moment de l'écrasement du carter moteur, cet étage turbine ne tournait plus.

Les dommages occasionnés aux étages turbine à l'arrière du réacteur, caractéristiques d'une faible vitesse de rotation, ne peuvent correspondre aux importants dégâts occasionnés aux étages compresseur, près de l'avant du réacteur, associés à une importante vitesse de rotation, que si le réacteur a d'abord touché de l'avant.

Donc, l'étage basse pression du réacteur numéro quatre se serait arrêté dans le court laps de temps qui s'est écoulé entre le moment où les ailettes ont été arrachées des étages compresseur (par l'écrasement de la partie avant du réacteur) et le moment où le dernier étage turbine a été endommagé. Or, la puissance produite dans cet intervalle aurait donné lieu à une augmentation du couple d'inertie qui aurait eu tendance à vriller l'arbre creux. Pourtant, sur le réacteur numéro quatre, cet arbre n'est presque pas vrillé.

Les arbres turbine basse pression des trois autres réacteurs présentaient un vrillage supérieur à 30 degrés, même si les étages avant et arrière présentaient d'importants dégâts caractéristiques d'un mouvement rotatif. Ce constat prouve clairement que le réacteur numéro quatre tournait à un régime particulièrement faible (et, par conséquent, qu'il fournissait beaucoup moins de puissance) que les autres réacteurs. Cette conclusion est confortée par l'ouverture de la vanne de décharge du réacteur numéro quatre, laquelle correspond à un régime égal ou inférieur à celui du ralenti. Les fibres de bois que l'on a retrouvées dans cette vanne suggèrent également que celle-ci était ouverte, et donc que le réacteur ne fournissait pas de puissance avant l'ingestion de quelque fragment d'arbre que ce soit.

En essayant de comparer la puissance avant l'impact du réacteur numéro quatre à celle des autres réacteurs, le rapport majoritaire parvient à des résultats contradictoires. Le motoriste n'a trouvé qu'un faible écart entre les différents régimes réacteurs au moment de l'impact (et donc entre les puissances présumées). De leur côté, les enquêteurs du BCSA ont conclu que cette différence était supérieure à 40 p. 100.

Nous estimons que d'importantes différences en pourcentage, dans les régimes réacteurs, pourraient correspondre à de faibles différences dans l'absolu si tous les réacteurs avaient fonctionné au même régime. La fermeture présumée des vannes de décharge des réacteurs un, deux et trois est fondée sur une déduction et non sur des preuves tangibles. Pour notre part, nous croyons qu'il est difficile de se prononcer sur la puissance que fournissait les réacteurs avant l'impact.

Les deux témoins qui ont observé la lueur jaune orangé et qui se trouvaient directement sous la trajectoire de vol, croient que les moteurs ne tournaient pas (*Témoin numéro 1:* "L'avion est passé juste au-dessus de ma camionnette... quand il m'a survolé, les moteurs ne tournaient pas. Je n'ai pas entendu le bruit des réacteurs. Je suis déjà passé par là des centaines de fois quand des avions décollaient et j'ai toujours entendu le bruit des réacteurs. Mais hier, je n'ai rien entendu. Ce n'était pas un sifflement, c'était plutôt une sorte de ronflement... Je suis sûr qu'au moment où l'avion nous a survolé, ses réacteurs ne tournaient pas." *Témoin numéro 2:* "J'ai enten-

du du bruit, j'ai regardé et j'ai vu l'avion qui allait nous survoler. Mais ça ne ressemblait pas à un bruit de réacteurs... Je n'habite pas très loin de l'aéroport de Sydney et j'ai déjà entendu le bruit des avions au décollage avant. Celui-là ne faisait pas le même bruit que les autres... Les réacteurs n'émettaient aucun sifflement"). Les déclarations de ces témoins "auditifs" sont particulièrement frappantes puisque les réacteurs auraient dû leur sembler plus bruyants que la normale, l'avion ayant survolé la route à une hauteur inférieure à l'habitude.

La très importante décélération constatée trouve une explication beaucoup plus plausible dans une diminution de régime de tous les réacteurs que dans une augmentation massive de la traînée due à une couche de 0,03 ou 0,04 pouce de glace sur les ailes.

4.2 Les inverseurs de poussée peuvent avoir été déployés

Les glissières des rails inférieurs des quatre inverseurs de poussée donnent à penser que ces derniers n'étaient pas en position extrême avant (c'est-à-dire qu'ils n'étaient pas verrouillés en position effacée) au moment de l'impact. La position des déflecteurs de l'inverseur de poussée du réacteur numéro quatre suggère que celui-ci était déployé avant l'impact. Le rapport majoritaire conclut au déplacement de la totalité des manchons coulissants des inverseurs et au fait que les dommages occasionnés à l'inverseur numéro quatre sont attribuables aux forces de frottement présentes à l'impact. Cela étant, le rapport majoritaire écarte le déploiement en vol d'un inverseur de poussée en tant que facteur ayant pu contribuer à l'accident.

On peut toutefois interpréter différemment les indices recueillis si l'on essaie de reconstituer la direction des forces initiales à l'impact en s'appuyant sur les dégâts caractéristiques d'un mouvement rotatif constatés sur les quatre réacteurs.

Nous avons déjà fait remarquer que les réacteurs ne pouvaient pas avoir été en contact avec les arbres pendant plus d'une seconde, quand l'avion a cabré et a accusé un mouvement de lacet à droite. Si l'on essaie de déterminer la direction et l'ampleur possibles des forces résultantes, on se rend compte que le contact avec les arbres, avant l'impact principal au sol, ne correspond pas à "l'effet des forces de frottement" sur les inverseurs de poussée.

L'orientation des forces initiales lors de l'impact avec le sol peut être facilement établie à partir des dégâts caractéristiques d'un mouvement rotatif, constatés sur les réacteurs. Le sens du vrillage des arbres des étages basse pression des réacteurs numéros un, deux et trois, indique que l'impact initial s'est produit à l'avant des réacteurs. L'arbre basse pression du réacteur numéro quatre n'est quasiment pas vrillé. Cependant, les dommages pouvant être associés à un mouvement rotatif qui présente un ralentissement progressif montre que le réacteur numéro quatre a également heurté le sol de l'avant. Par conséquent, la décélération axiale initiale pourrait avoir donné lieu à une accélération verticale importante sur l'ensemble des composants des quatre réacteurs, notamment sur les inverseurs de poussée.

Les inverseurs (les manchons coulissants) sont normalement verrouillés pour empêcher tout déplacement vers l'arrière. Toutefois, dès que les manchons sont déverrouillés, ils se déplacent assez facilement dans leur glissière. Si les inverseurs avaient été fermés en position normale (avant) au moment où la partie avant du réacteur a heurté le sol, les forces de décélération auraient provoqué leur déplacement vers l'avant, amenant encore plus les tringleries de verrouillage en position verrouillée. Si tel avait été le cas, on aurait retrouvé les glissières et les marques témoins en butée avant, et non "à proximité" de cette position, comme on l'a constaté.

Cependant, si les inverseurs avaient été déployés (c'est-à-dire s'ils étaient venus se placer en butée arrière dans leurs rails) au moment de l'impact initial, les forces de décélération les auraient propulsés vers l'avant. Le mouvement avant des manchons coulissants aurait alors eu tendance à provoquer la fermeture des déflecteurs. Dans ces circonstances, les déflecteurs auraient pu être déployés, effacés ou se trouver dans n'importe quelle position intermédiaire au moment des impacts secondaires. Les marques témoins provenant des impacts secondaires auraient alors correspondu à la position "effacée" ou "semi effacée" ou à des positions de transit.

Comme les vérins hydrauliques sont à double action, ils auraient pu tout aussi facilement se fendre sous l'effet d'une rapide extension vers l'avant, tout comme sous l'effet d'une rapide extension vers l'arrière supposée dans le rapport majoritaire. Un examen détaillé des traces d'éraflures sur la paroi intérieure des cylindres aurait pu permettre d'établir le sens du mouvement des vérins au moment de l'impact.

De plus, nous estimons également que les pliures en forme de S constatées sur le rail inférieur de l'inverseur de poussée numéro quatre (visibles à la figure 1.10) font penser à un flambage dû à des forces en compression. On peut aussi considérer que la rupture, apparemment en tension, des tringleries de fixation des mécanismes d'actionnement des déflecteurs est survenue au cours d'un déplacement vers l'avant. Ces observations renforcent l'hypothèse voulant que l'inverseur ait été entraîné vers l'avant par des forces de décélération.

On pourrait se livrer à une nouvelle interprétation semblable des conclusions avancées dans le rapport majoritaire à propos des trois autres inverseurs. À titre d'exemple, les figures PD 2 et PD 3 montrent les déflecteurs de l'inverseur numéro 1. L'orientation et le manque de continuité des éraflures et des flambages aux points de jonction déflecteur-logement, permettent de penser que les inverseurs étaient déployés au moment de l'impact initial.

Il semble qu'on ait pu retrouver au moins deux des robinets de commande de l'inverseur de poussée (situés dans les mâts moteurs). La position des glissières de ces robinets aurait pu jeter quelque lumière sur la position des inverseurs de poussée avant l'impact. Malheureusement, ces pièces auraient été jetées sans autre forme d'examen.

Nous estimons que tous les éléments de preuve avancés dans le rapport majoritaire peuvent faire l'objet d'une nouvelle interprétation en regard des importantes forces de décélération axiales présentes au moment de l'impact initial avec le sol. Ce genre de démarche renforce l'hypothèse selon laquelle les inverseurs de poussée du réacteur numéro quatre et, vraisemblablement, des trois autres moteurs, étaient déployés avant l'écrasement.

4.3 Pannes multiples

Dans le rapport majoritaire on conclut que les volets du DC-8 de Arrow Air étaient sortis à la position normale de décollage, soit 18 degrés, même si l'épave a livré des preuves non concluantes et contradictoires.

Le piston d'un des six vérins de volet retrouvés a laissé une marque très nette correspondant à un braquage de 25 degrés. Un autre présentait des marques correspondant à des braquages de 17 et de 32 degrés. On a estimé que les quatre autres vérins, qui portaient des marques moins nettes, correspondaient à des braquages de 23, 27, 40 et 43 degrés. Huit des 10 paires de rails de volets ont été retrouvées. La majorité d'entre elles portaient des traces correspondant à des braquages allant de cinq à 50 degrés. L'indicateur de position de volets indiquait 38 degrés.

Les trois vérins de blocage volets ont été retrouvés, bien qu'en piteux état. Deux d'entre eux permettent de penser que les volets étaient complètement sortis alors que le troisième correspond à un braquage à mi-course. Ces constats auraient pu s'expliquer par deux pannes simultanées des conduites hydrauliques, mais le rapport majoritaire estime que la chose est peu plausible et il attribue les indications contradictoires à des dégâts ultérieurs à l'impact.

Selon nous, les contradictions constatées ne confirment pas l'hypothèse d'un braquage des volets à 18 degrés avant l'impact. Dans un accident aussi complexe que celui auquel nous avons affaire, nous sommes beaucoup plus hésitants que la majorité à écarter la possibilité de pannes multiples.

La thèse des pannes multiples pourrait également s'expliquer par la position du train d'atterrissage qui est resté sorti. Le commandant, un instructeur de vol ayant du métier, aurait tout de suite réagi à une réduction de vitesse après le décollage en demandant l'affichage de la pleine puissance et la rentrée du train. Malheureusement, à cause de la destruction du poste de pilotage, il n'a pas été possible de déterminer la position du levier de commande de train. Toutefois, si l'équipage a effectivement essayé de rentrer le train, le fait que celui-ci soit resté sorti pourrait laisser penser à une autre panne n'ayant aucun lien apparent avec les autres.

Nous estimons, pour notre part, peu probable que les indices contradictoires recueillis à propos des volets, des inverseurs, des indications EPR, des tachymètres N_1 et des autres systèmes de bord puissent tous s'expliquer de façon indépendante, par la formulation d'hypothèses n'ayant aucun lien les unes avec les autres. Nous croyons plutôt que l'ampleur de la contradiction, dans les preuves recueillies, suggère que les pannes multiples et simultanées des différents systèmes sont dues à une même cause.

5.0 Incendie ou explosion en vol

5.1 Des témoins ont vu un incendie

Le jour ayant suivi l'accident, l'un des témoins qui a vu l'appareil survoler sa camionnette, a déclaré ce qui suit: "Je pense que le côté droit de l'avion était en feu". Plus tard, il devait expliquer que la lueur jaune orangé semblait provenir du côté droit de l'appareil, très près du fuselage, et que celle-ci était si intense qu'elle lui permettait de lire les indications portées sur la queue. Lorsqu'on lui a demandé, au cours de l'enquête publique du Bureau, d'indiquer la provenance de cette lueur, il a montré la soute, à hauteur du filet de raccordement de l'aile droite.

L'autre témoin oculaire, qui se trouvait directement sous la trajectoire de vol, devait déclarer: "En voyant cette lueur, j'ai d'abord pensé qu'il s'agissait d'un incendie". La personne n'a pas pu être plus précise dans sa description et elle s'est contentée de signaler que la lueur provenait de la partie inférieure du fuselage. Celle-ci était assez brillante pour éclairer l'intérieur de la cabine de sa camionnette. Faisant remarquer qu'il habitait à proximité d'un aéroport, le témoin devait rajouter que la lueur ne correspondait pas du tout à ce qu'il avait déjà vu sur des avions.

Le témoin oculaire qui a vu l'avion franchir la route devant lui, de droite à gauche, a déclaré: "Je ne pouvais apercevoir le côté droit de l'avion, mais je peux dire que c'était très brillant de ce côté-là, comme si quelque chose avait été en feu".

Un autre témoin, auquel il n'est pas fait mention dans le rapport majoritaire, a observé la course au décollage du DC-8 depuis un terrain de stationnement, à proximité de l'aérogare de l'aéroport

de Gander. Cette personne a observé le DC-8 au roulage, l'a entendu décoller puis a vu un éclair qui lui a paru comme un "gros objet ovale de couleur orangé" qui a ensuite "explosé en un million de fragments". Il a estimé que cet objet se trouvait bas dans le ciel, dans une direction pouvant correspondre avec le prolongement de la piste, à hauteur ou presque de la route transcanadienne.

La possibilité d'un incendie avant l'explosion principale se trouve renforcée par les observations d'un autre témoin. L'équipage d'un avion qui se trouvait dans le voisinage a aperçu "le ciel s'embraser" quelques secondes avant de voir la boule de feu de l'explosion principale. Un témoin au sol a déclaré ce qui suit: "Il y a eu une seconde boule de feu alors que l'avion était dans les airs. Il me semble qu'il y a eu une seconde explosion."

Ainsi, un examen des déclarations recueillies auprès de plusieurs témoins oculaires à propos de cette "lueur jaune orangé" nous porte à conclure qu'un feu a peut-être éclaté dans la partie inférieure du fuselage droit, à proximité de l'emplanture de l'aile.

5.2 Remise en question des conclusions médicales

Les niveaux mortels de produits de combustion relevés lors des analyses toxicologiques démontrent qu'un nombre important des victimes respiraient encore quand elles ont été exposées à l'incendie. Si l'on se fonde sur les certificats officiels de décès qui font état de mort instantanée chez toutes les victimes, nous devrions conclure qu'un incendie a éclaté à bord avant l'accident.

En avril 1988, des consultants engagés par le Bureau ont réexaminé les types de blessures relevés durant les autopsies. Ils ont conclu que la majorité de ces victimes auraient pu survivre jusqu'à cinq minutes. Les analyses fondées sur cette conclusion ont amené la majorité des membres du Bureau à épouser la thèse de l'inhalation des produits de combustion après l'écrasement. Ce faisant, il aurait fallu que plusieurs victimes soient décapitées après avoir survécu à l'écrasement et qu'elles n'aient inhalé de produits de combustion mortels que par la suite.

Un pathologiste consultant, qui a étudié les renseignements disponibles de façon indépendante, nous a informé que l'analyse exposée dans le rapport majoritaire n'exclut pas la possibilité d'un incendie avant l'impact. Nous croyons comprendre que le type de blessures ne fournissait aucune indication définitive quant au temps de survie ou, plus précisément, quant à la durée pendant laquelle les victimes ont continué de respirer après avoir subi leurs blessures.

On aurait pu clarifier les causes de décès en établissant un parallèle entre les types particuliers de blessures et les niveaux de monoxyde de carbone relevés. Cependant, les résultats sont des plus ambigus puisqu'il semble ne pas y avoir de liens entre les niveaux de monoxyde de carbone et la propagation de l'incendie au sol. Quoi qu'il en soit, les corrélations fondées sur l'emplacement défini par un quadrillage signifient que les conclusions, dans la mesure où elles sont valables, ne s'appliquent qu'à une moyenne.

Pour notre part, nous estimons que la destruction massive de l'appareil est l'effet de forces de décélération ne donnant aucune chance de survie. Une analyse détaillée de ces forces aurait permis de contre-vérifier les résultats de l'analyse des types de blessures.

Nous constatons également que, d'après les examens médicaux, toutes les blessures correspondant à une onde de choc ou à des projections dues à une explosion auraient pu être infligées aux victimes lors de l'écrasement. Pourtant, le rapport médical fourni à l'appui de la position de la

majorité des membres du Bureau indique que "les effets d'une explosion survenue dans la soute à bagages auraient pu être déviés de sorte que les victimes n'en auraient porté aucune trace".

5.3 Des circonstances troublantes

Un ensemble de circonstances indirectes donnent crédit aux déclarations des témoins oculaires concernant un incendie dans la partie inférieure droite du fuselage. Cet incendie pourrait d'ailleurs expliquer les pannes de systèmes, apparemment sans rapport les unes avec les autres.

Dans le rapport majoritaire, on explique que toutes les spéculations à propos d'une détonation en vol ont été alimentées par le fait que du personnel et de l'équipement militaires se trouvaient à bord et que l'activité terroriste internationale s'était accrue. On précise enfin que ces spéculations auraient été alimentées par le point d'origine du vol.

Ce point d'origine, Le Caire, pouvait donner lieu à certains soupçons puisque les mesures de sécurité prises à l'embarquement des soldats et de leurs bagages furent loin d'être idéales. Jusque-là, les vols de transport de la FMO par Arrow Air à partir de l'Égypte, avaient eu pour point d'origine l'aéroport d'El-Gorah, dans le désert du Sinaï. Cependant, des travaux de construction à El-Gorah ont nécessité un transfert des opérations de dernière minute au Caire. Les soldats du 101e régiment aéroporté sont arrivés du Sinaï à bord de deux Boeing 737 de Egyptian Air, cinq heures environ avant l'atterrissage du DC-8 de Arrow Air. Les bagages et le reste du matériel ont été chargés à bord de camions qui sont demeurés stationnés dans une zone d'attente jusqu'au moment du chargement de l'avion. Seule une partie des bagages à main a été inspectée.

Quarante-cinq minutes plus tard, toutes les installations au sol étaient plongées dans le noir. Les bagages et le fret ont été embarqués sans supervision militaire. Lors de l'enquête publique du Bureau, des témoins ont parlé d'opérations cahotiques. Les groupes électrogènes sont tombés en panne deux fois de suite, laissant l'avion non éclairé et sous la surveillance d'un seul garde à moitié en uniforme, qui, semble-t-il, était un soldat égyptien. On a également signalé qu'une escarmouche avait éclaté entre des manutentionnaires, vraisemblablement pendant l'une des coupures de courant.

Les mesures de sécurité prises au Caire prennent un tour tout différent au vu de l'explosion d'une bombe à bord d'un B-727 de la TWA, en avril 1986, qui a provoqué un trou dans le fuselage et entraîné la mort de quatre passagers. Cette bombe aurait été constituée d'une petite quantité de plastic, correspondant à peu près à la taille de deux paquets de cigarettes, d'un modèle habituel aux terroristes palestiniens. Elle a explosé sous le siège d'un des passagers qui avait embarqué au Caire et quitté l'appareil au cours de l'escale de Rome.

Dans la journée qui a suivi le désastre de Arrow Air, le *Jihad islamique* a revendiqué la responsabilité de l'attentat. Il semble que cette revendication ait été faite auprès de la presse et, le 13 décembre 1985, par téléphone du Liban auprès de l'administration du BCSA.

Le *Jihad islamique*, ou *Guerre sainte islamique*, est un groupe terroriste pro-iranien qui a déjà réclamé deux attentats à la bombe contre l'ambassade des États-Unis à Beyrouth, l'assassinat du président de l'Université américaine de Beyrouth, la pose de mines dans la mer Rouge et l'enlèvement de citoyens américains, russes et français. Cette organisation secrète a fait preuve d'un grand raffinement dans l'utilisation d'explosifs, et il est possible qu'elle soit à l'origine de l'attaque terroriste contre les membres de la Force multinationale de maintien de la paix, à l'aéroport de Beyrouth en octobre 1983, qui a fait 241 tués parmi les soldats américains. Sur le plan politique, cette attaque a été l'un des coups les plus rudes portés à l'administration américaine

que l'on a accusée de ne pas avoir garanti la sécurité des Forces américaines de maintien de la paix au Moyen-Orient. Il est à ne pas douter que les groupes terroristes auraient voulu répéter ce qui, selon eux, avait été une victoire éclatante.

En juillet 1985, cinq mois avant l'accident de Arrow Air, le *Jihad islamique* a revendiqué une attaque à la bombe qui a causé la mort de 27 personnes à Copenhague, au Danemark. À cette occasion, un porte-parole anonyme de l'organisation a déclaré que cette attaque avait été conduite en représailles contre les raids israéliens au sud-Liban et a rajouté que les opérations terroristes ne seraient désormais plus confinées au Moyen-Orient.

Au moment de l'accident de Arrow Air, le gouvernement américain négociait la libération de six otages américains avec le *Jihad islamique*.

L'autre facteur qui a alimenté toutes ces "spéculations" à propos d'une explosion en vol, et qui est mentionné dans le rapport majoritaire, tient au fait que "du personnel et du matériel militaires se trouvaient à bord de l'avion".

Le 26 février 1986, un incident que l'on a décrit comme une "catastrophe potentielle", s'est produit à la base aérienne Norton, à proximité de San Bernardino, en Californie. Lors du chargement d'un DC-8 affrété par l'Armée, un sac s'est ouvert et a révélé son contenu constitué de matériel explosif de contrebande. Une fouille du bagage a permis de trouver toute une série de mèches explosives, de munitions d'armes à répétition, de détonateurs de mine, de fusées éclairantes et autres.

Un incident semblable s'est produit à Oklahoma City le 19 avril 1986 dans le cas d'un autre vol d'affrètement militaire. Une recherche préventive conduite à la suite d'une menace à la bombe, a permis de découvrir différents articles militaires que des soldats transportaient à bord sans autorisation, comme souvenirs.

Dans un bulletin émis par le directeur de la sécurité de l'aviation civile américaine, il était fait mention de la présence parmi les articles récupérés, d'une fusée éclairante à déclic dont la goupille de déclenchement n'était plus retenue, ce qui la rendait extrêmement dangereuse. Le même bulletin précise que si cette fusée avait explosé, elle aurait pu provoquer un feu de magnésium. Enfin, on peut y lire que selon l'Unité de déminage de l'Armée américaine, le déclenchement de ce type de munition aurait pu occasionner un important incendie et probablement l'écrasement de l'appareil.

Tous ces incidents, qui sont survenus plusieurs mois après l'accident du DC-8 de Arrow Air, donnent à penser que la cause de l'écrasement se trouvait peut être dans les bagages non inspectés. Dans le rapport majoritaire il est fait mention du fait que "l'intégrité d'une soute à marchandises de catégorie D a été compromise parce que le vol a été entrepris alors que deux panneaux latéraux étaient manquants dans le compartiment cargo numéro 3". Ces panneaux résistent aux flammes et empêchent l'aération de la zone, de sorte que tout incendie se trouve étouffé. Dans ces compartiments, on ne trouve ni système d'alarme ni système extincteur. Par conséquent, il est possible qu'un feu, passé inaperçu, ait pu se propager dans la soute à bagages où ces panneaux étaient manquants.

Un feu de magnésium, provoqué par l'explosion accidentelle d'une fusée éclairante à déclic dans la soute à bagages avant, aurait pu produire une lueur intense, sans flammes apparentes, pendant qu'il consumait la partie inférieure du fuselage. La chaleur importante provoquée par un tel feu aurait pu détruire les câbles de commande et les autres systèmes de bord et se solder par une

catastrophe imprévisible. Outre les pannes multiples des systèmes, l'incendie aurait pu donner lieu au déclenchement de fausses alarmes dans le poste de pilotage. Dès lors, ou l'équipage a été inapte à agir, ou alors il s'est trouvé dans l'impossibilité de rentrer le train d'atterrissage, il a provoqué le déclenchement d'une bouteille extincteur et a peut-être même essayé d'interrompre le décollage.

Pour résumer, la seule hypothèse d'un incendie ou d'une explosion dans la soute à bagages peut suffire à expliquer de nombreux aspects de l'accident qui nécessitent autrement la formulation de suppositions multiples et parfois tirées par les cheveux, quand on retient la thèse de la contamination des ailes par la glace. Au nombre de ces suppositions, rappelons les suivantes: contradictions entre la puissance moteur, la position des inverseurs de poussée et celle des volets; virage et mouvement de lacet à droite malgré une action aux commandes complète dans le sens opposé; absence de rétraction du train malgré la perte de vitesse; déclenchement intentionnel d'une bouteille extincteur et non-concordance entre les indications EPR et tachymètre N_1.

Il est certes normal qu'une grande partie des signes d'une explosion ou d'un incendie en vol ait disparu dans l'incendie qui a suivi. Cependant, on aurait été en droit d'attendre qu'un examen méticuleux de l'épave révélât quelque indice déterminant.

5.4 Analyse incomplète de l'épave

La section traitant des enquêtes en cas d'incendie dans le Manuel d'enquête sur les accidents de l'Organisation de l'aviation civile internationale, décrit les techniques d'examen de l'épave permettant de déterminer si un incendie au sol, ultérieur à l'écrasement, peut avoir masqué les traces éventuelles d'un incendie ayant éclaté précédemment en vol.

La technique la plus efficace consiste à essayer de reconstituer l'appareil, à partir des pièces récupérées, afin de repérer tout agencement particulier dans les dépôts de suie ou dans les autres traces d'incendie. L'agencement de traces parallèles à la direction du vol peut indiquer un incendie en vol, tout comme des traces continues le long des axes de rupture. L'absence de dépôts de suie sur les surfaces fracturées, au voisinage d'une surface brûlée, peut indiquer que la rupture en question s'est produite après que la surface a été exposée à un feu.

L'examen de l'épave effectué à l'appui des conclusions contenues dans le rapport majoritaire a été résumé comme suit:

> "Tous les éléments de l'épave ont été récupérés du lieu de l'accident et entreposés dans un hangar gardé de l'aéroport de Gander, pour y être disposés suivant la même répartition que celle relevée sur les lieux de l'écrasement. Après examen détaillé de l'épave, d'autres éléments particuliers ont été envoyés au Laboratoire technique du BCSA à Ottawa."

Nous avons cru comprendre que l'examen de l'épave dans le hangar s'était étalé sur plusieurs jours. Il n'est fait nulle part mention d'éventuelles tentatives de reconstituer l'appareil à partir des pièces récupérées en vue de confirmer ou d'infirmer l'éventualité d'un incendie avant l'écrasement. Tous les composants, qui n'ont pas été sélectionnés pour être expédiés à Ottawa, ont été empilés à l'aide d'un bulldozer avant d'être éliminés. Par conséquent, nous avons dû nous contenter dans nos tentatives en vue de repérer d'éventuelles traces laissées par un feu en vol, de nous fonder sur un dossier photographique incomplet.

Des centaines de photographies ont été prises de la vaste zone de destruction, sur les lieux de l'accident. La plus grande partie de l'épave est fragmentée au point de ne pas être reconnaissable

et la répartition aléatoire des débris fait songer à une dislocation progressive. Nous n'avons pu nous livrer à un examen systématique de la zone, car les documents photographiques qui n'étaient pas exigés à l'appui du rapport majoritaire n'étaient ni classés ni étiquetés. Enfin, nous ne disposions pas non plus d'un index établissant le lien entre chaque élément et le quadrillage de la zone établi lors du levé.

Les dépôts réguliers de suie, entre les bordures et les cadres de certaines portes, issues de secours et trappes d'accès, ont particulièrement retenu notre attention. Comme on peut le voir à la figure PD 4, nous disposions, pour conduire notre étude, de parties de fuselage qui ne comportaient plus de portes ni de hublots et qui présentaient des traces de décoloration par la chaleur. Nous ne savons pas combien de portes ont pu être récupérées, mais les photographies montrent qu'on en disposait d'un certain nombre. La photographie de la figure PD 5 est justement l'une des issues de secours. Les traces de suie visibles sur la tranche et le cloquage de la peinture indiquent que cette issue a été exposée à un feu très intense. Si l'on avait essayé de la faire correspondre à son cadre, on serait peut-être parvenu à établir si le feu ayant causé ces dégâts avait éclaté en vol ou au sol.

La figure PD 6 montre la face extérieure d'une autre porte dont la tranche a été abîmée par le feu. Bien qu'elle porte les traces de dommages occasionnés après l'écrasement, elle n'est pas gondolée comme on aurait pu s'y attendre sous l'effet des forces à l'impact transmises par les couples. La figure PD 7 montre la face intérieure de la même porte. Les marques de brûlures qui s'étendent à partir d'un côté permettent de penser qu'un feu interne peut avoir couru le long du joint alors que la porte était encore en place. On remarquera que le feu a endommagé la garniture et a révélé la structure à proximité du hublot, sans faire fondre le panneau extérieur de ce dernier.

Les figures PD 8 et PD 9, qui montrent les faces extérieure et intérieure d'une section de fuselage comportant un hublot, nous livrent des preuves encore plus probantes. L'absence de traces de brûlures sur les couples à proximité des hublots sont indicatrices d'un feu très localisé provenant de l'intérieur du fuselage. La suie présente sur l'extérieur de l'ouverture béante laissée par le hublot fait penser à l'éclair d'une explosion ayant arraché le hublot. Les marques de brûlures relativement légères à l'intérieur font aussi penser à une explosion, puisqu'on aurait pu s'attendre à ce qu'un incendie dégage suffisamment de chaleur pour faire fondre les deux panneaux du hublot. Il aurait été possible de dériver des éléments de preuve plus concrets en effectuant une analyse microscopique détaillée des bords du hublot.

Les figures PD 8 et PD 9 nous révèlent de façon convaincante, pour ne pas dire probante, que de la suie s'est déposée à la périphérie du hublot avant que la section incriminée ne se sépare du fuselage. La surface de rupture à proximité du bord inférieur de l'ouverture du hublot ne présente aucun dépôt de suie ni aucune trace d'exposition à un feu. L'élément de couple qui s'est séparé de la partie supérieure du hublot a également laissé une bande libre de toute suie. Par conséquent, il est possible qu'un feu ait éclaté avant la séparation de cette section, autrement dit avant l'écrasement. Puisque les pièces en question ont été jetées et que nous n'avons pu trouver aucune autre photographie, nous n'avons pas été en mesure de confirmer cette hypothèse.

En l'absence de documentation et d'explication des apparentes anomalies révélées par des documents photographiques, nous ne pouvons accepter la thèse avancée dans le rapport majoritaire, à savoir que la plupart des dégâts dus au feu sont attribuables à un incendie ayant suivi l'écrasement.

On dispose également d'indices établissant qu'il y a eu détonation à bord de l'avion. En effet, les pompiers qui sont arrivés sur les lieux de l'accident 15 minutes environ après l'écrasement ont remarqué quelque 30 à 40 explosions, certaines assez importantes pour "soulever des monceaux de débris plusieurs pieds dans les airs". Le rapport majoritaire attribue ces détonations à "l'explosion de contenants sous pression... sous l'effet de la chaleur". Toutefois, les contenants sous pression sont munis de clapets de sécurité, précisément pour empêcher de telles explosions. Une analyse plus détaillée permet d'envisager la possibilité de détonations avant l'écrasement et après l'écrasement, provenant de dispositifs explosifs.

Un expert-conseil en explosifs, agissant pour le compte de l'assureur, a examiné une partie des débris entreposés dans le hangar à Gander. À cette occasion, il pense avoir trouvé la preuve d'une explosion survenue en vol. Il s'agit d'un trou circulaire, ou à peu près, de quelque 11 pouces de diamètre, pratiqué dans la paroi du fuselage. Ce trou, qui était situé juste au-dessus de la ligne de plancher dans la cabine passagers, semblait avoir été provoqué par une explosion. La section de fuselage ne comporte aucun autre dégât que la tôle retroussée à la périphérie de l'orifice (voir la figure PD 10). Le couple partiel de hublot, au-dessus de l'orifice, semble avoir été plié vers l'extérieur, comme s'il avait été soufflé de l'intérieur.

L'expert-conseil a estimé que ce trou ne pouvait pas avoir été ménagé dans le panneau après la séparation de ce dernier, puisque la surface intérieure ne présentait aucun autre dommage. Cependant, une explosion dans la cabine passagers, alors que la cloison était encore fixée au plancher, aurait pu occasionner un tel dégât. Comme on pouvait s'y attendre, après l'exposition des débris aux intempéries, l'enquête judiciaire n'a permis de révéler aucune trace d'explosif.

Le rapport majoritaire attribue l'orifice à des dégâts s'étant produits lors de l'impact. Nous estimons qu'un tel trou ne peut avoir été ménagé dans le panneau après séparation de la section, sans que celle-ci ne subisse d'autres dégâts et sans qu'on possède une quelconque indication sur l'origine de ce trou. Par conséquent, nous estimons que l'hypothèse avancée par l'expert-conseil est plausible.

Dans l'examen détaillé des photographies de l'épave auquel nous nous sommes livrés, nous avons trouvé d'autres indices étayant la thèse de l'explosion. La figure PD 11 montre un trou de dimensions relativement importantes, ayant pu être ménagé par une explosion, dans la partie inférieure de l'appareil. La figure PD 12 montre une vue intérieure. Nous n'avons pas été en mesure d'établir d'où provenait exactement cette pièce, on pourrait toutefois penser que l'importance du martèlement et de l'écrasement des membres pourrait être due à l'impact d'objets de différentes dimensions projetés par une explosion. Un autre détail, apparaissant à la figure PD 13, montre des écailles ayant été arrachées et ne présentant pas de déformations locales apparentes. De tels dégâts font penser aux ruptures nettes caractéristiques des explosions.

Toute une série de pannes de commandes complexes aurait pu découler du genre de dommages illustrés à la figure PD 12, dans le cas du plafond de la soute à bagages avant, laquelle est traversée par des câbles de commande de vol et moteurs. Des avaries multiples de ce genre, survenant en un seul point, pourraient fort bien provoquer ce qui semble improbable, à savoir la simultanéité de l'emballement des volets, du déploiement en vol des inverseurs de poussée, ainsi que du blocage du mécanisme de rentrée de train.

Nous estimons que ces photos, et d'autres du même genre, sont des preuves convaincantes qu'il y a eu un incendie et peut-être même une explosion en vol. Cependant, étant donné la nature de l'examen auquel nous nous sommes livrés, nous ne sommes pas en mesure d'émettre d'opinion à propos des dégâts résultants subis par les systèmes de bord.

6.0 Conclusions

6.1 Faits établis

Certaines des conclusions suivantes précisent celles qui sont contenues dans le rapport majoritaire, d'autres viennent les contredire:

- Les membres de l'équipage de conduite se sont acquittés de leurs tâches sans commettre de faute apparente.
- La masse et le centrage n'entrent pas en considération dans le cas de cet accident.
- Cet accident n'a pas été causé par le givrage des ailes.
- Le moteur extérieur droit (moteur numéro quatre) fonctionnait à faible puissance avant de heurter les arbres.
- Les quatre inverseurs de poussée peuvent avoir été déployés avant l'impact.
- Un feu s'est déclenché à bord quand l'avion était encore en vol, vraisemblablement à la suite d'une détonation dans la soute à bagages.
- La détermination des causes et des facteurs particuliers à cet accident a été considérablement gênée par le manque d'informations qu'il aurait été possible d'obtenir si l'on s'était efforcé d'analyser et de reconstituer l'épave de façon précise.

6.2 Causes

Un feu à bord, s'étant déclenché en vol, éventuellement à la suite d'explosions d'origine non déterminée, peut avoir entraîné des pannes de systèmes avec des conséquences catastrophiques.

Figure PD 1 Vue que les avitailleurs ont du bord d'attaque d'une aile de DC-8

Figure PD 2 Inverseur de poussée numéro un - côté extérieur

Figure PD 3 Inverseur de poussée numéro un - côté intérieur

Figure PD 4 Section de fuselage endommagée par l'incendie

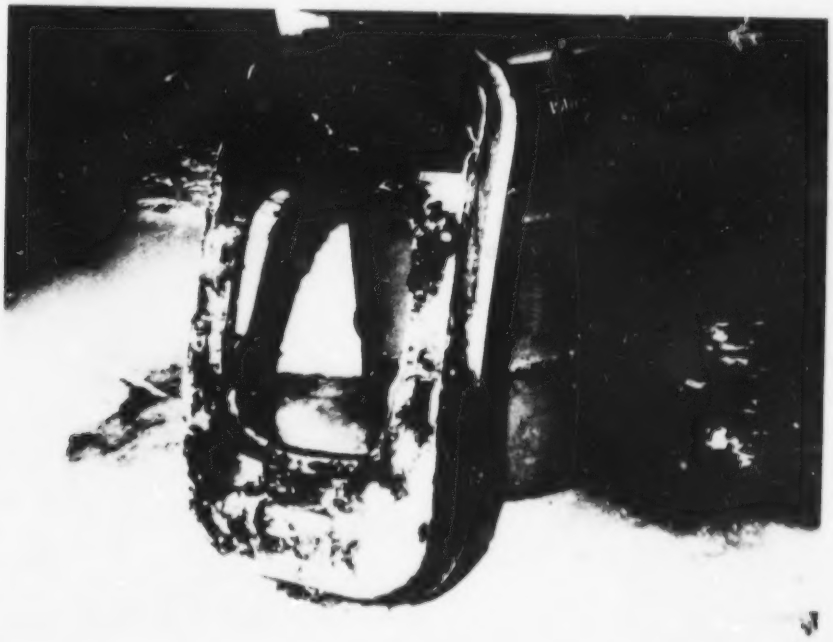

Figure PD 5 Issue de secours présentant des traces de suie en périphérie

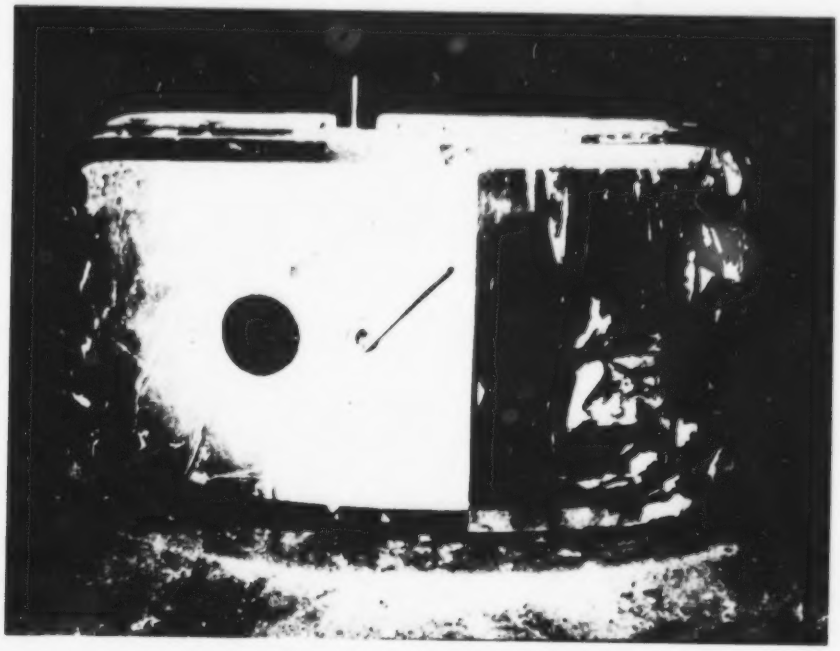

Figure PD 6 Face extérieure d'une porte

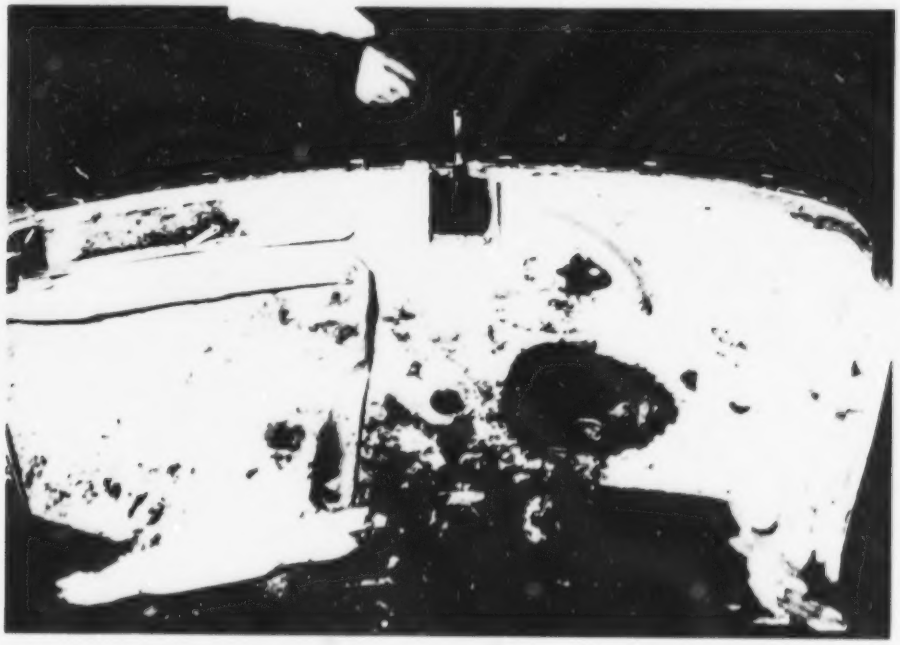

Figure PD 7 Face intérieure d'une porte

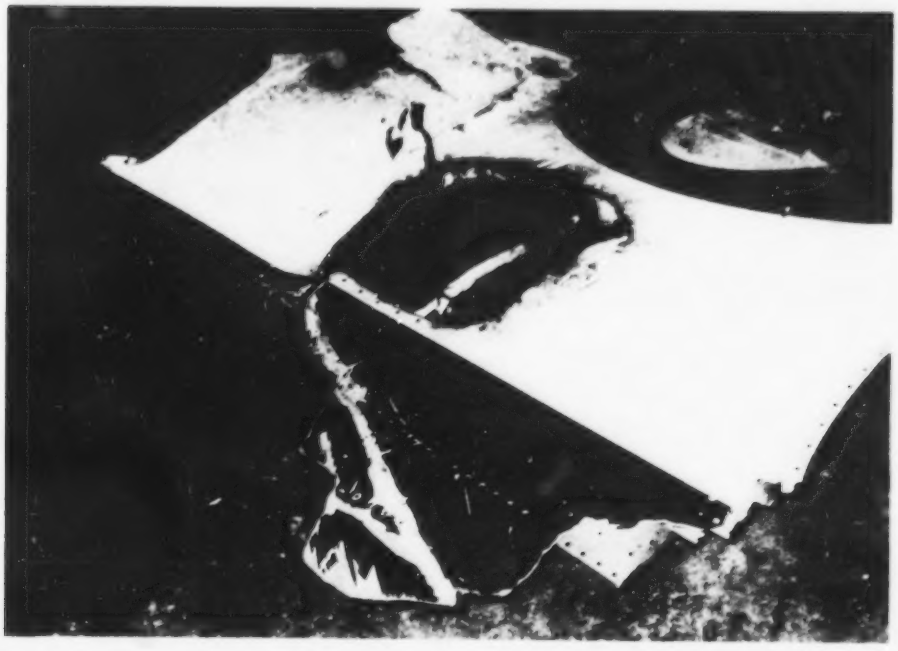

Figure PD 8 Face extérieure d'une section de fuselage

Figure PD 9 Face intérieure d'une section de fuselage

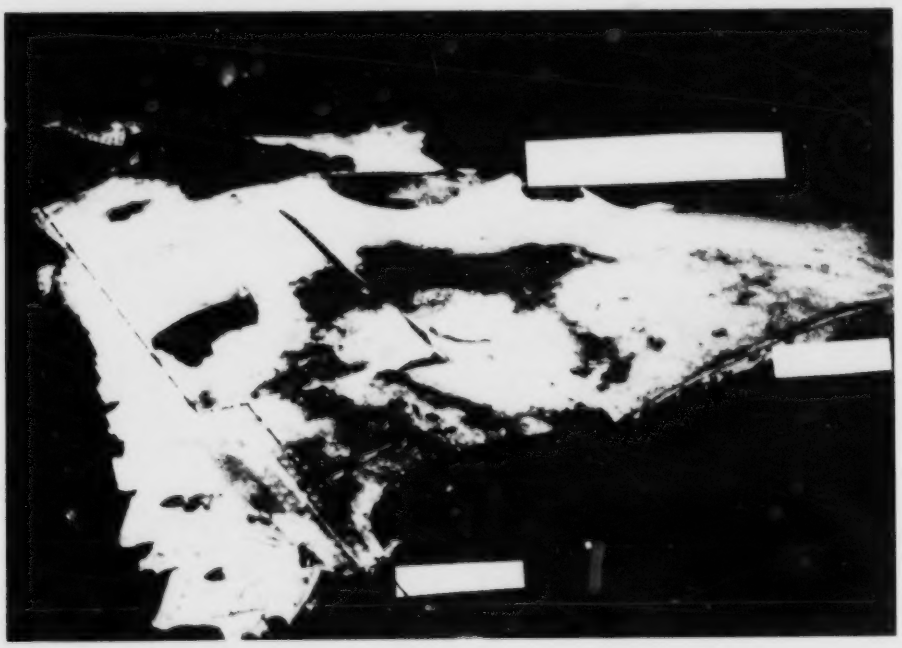

Figure PD 10 Trou dû à une explosion - panneau de fuselage

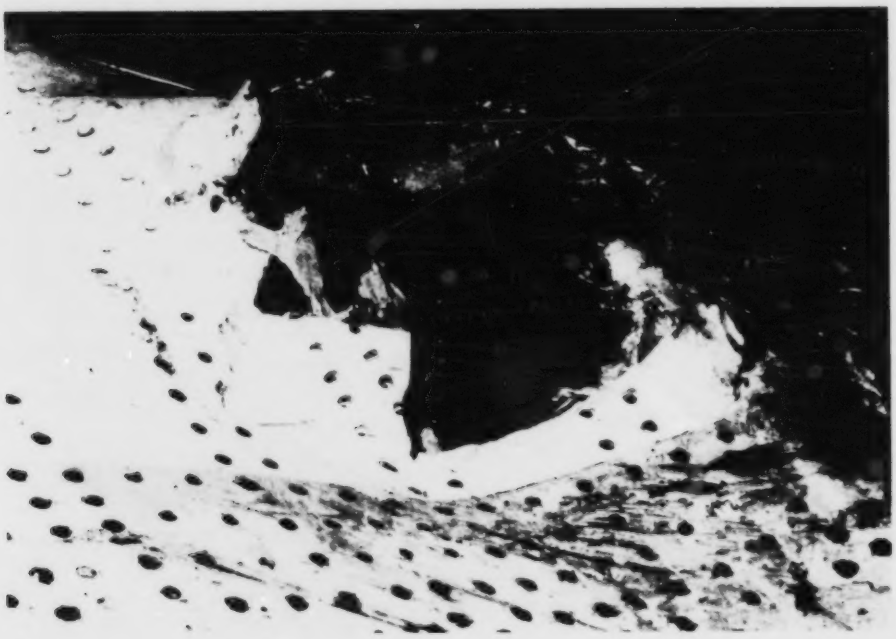

Figure PD 11 Trou apparemment dû à une explosion

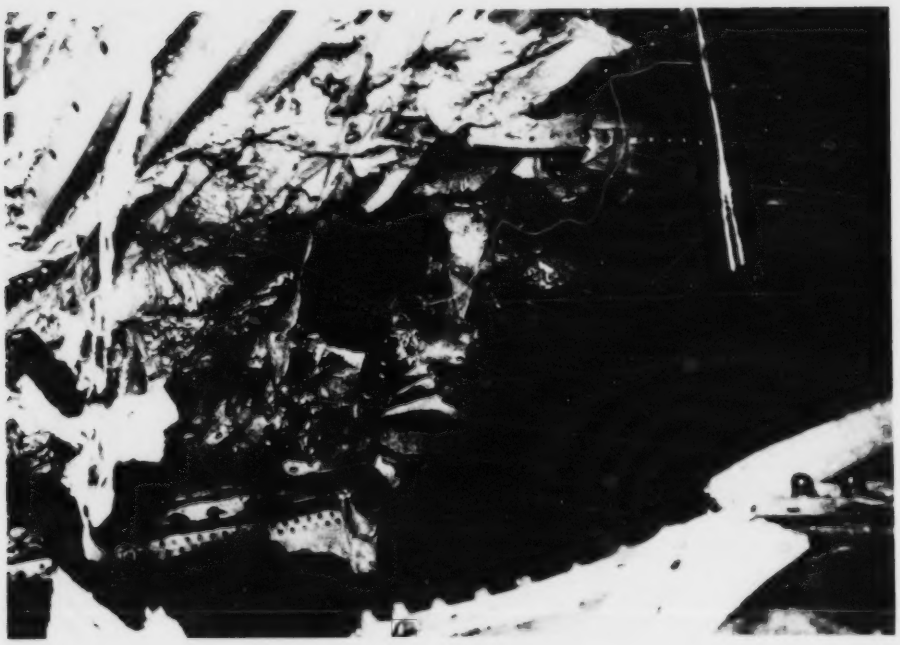

Figure PD 12 Vue de l'intérieur montrant des dommages très importants

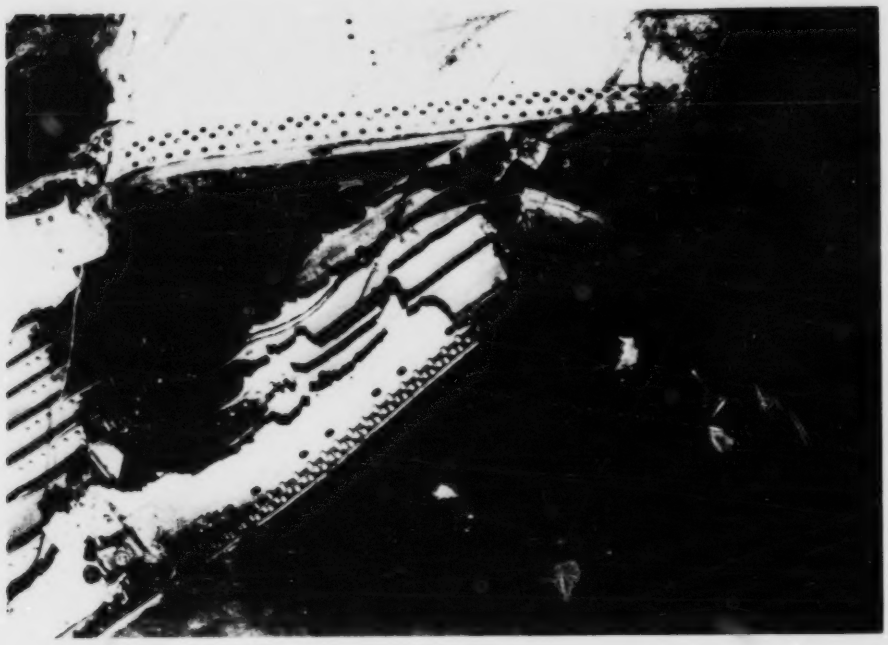

Figure PD 13 Rupture pouvant être due à une explosion